

# 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 166—2026  
代替 HJ/T 166—2004

## 土壤环境监测技术规范

Technical specifications for soil environmental monitoring

本电子版为正式标准文件，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2026-02-09发布

2026-06-01实施

生态环境部 发布

目 次

前言 ..... II

1 适用范围 ..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 监测方案编制..... 2

5 监测项目和频次确定..... 2

6 点位布设 ..... 2

7 样品采集 ..... 7

8 样品制备 ..... 13

9 样品流转 ..... 17

10 样品保存..... 17

11 样品分析..... 18

12 质量保证和质量控制..... 20

附录A（资料性附录） t分布表..... 21

附录B（资料性附录） 土壤环境监测样品库的建设和管理 ..... 22

附录C（资料性附录） 分析测试精密度和正确度允许范围 ..... 24

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国土壤污染防治法》等法律法规，防治土壤生态环境污染，改善土壤环境质量，规范土壤环境监测工作，制定本标准。

本标准规定了土壤环境监测的监测方案编制、监测项目和频次确定、点位布设、样品采集、样品制备、样品流转、样品保存、样品分析及质量保证和质量控制等方面的技术内容。

本标准是对《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166—2004）的修订。

本标准首次发布于 2004 年，本次为第 1 次修订。本次修订的主要内容如下：

- 修订了章节结构；
- 增加了监测方案编制内容；
- 修订了不同监测单元的点位布设方法；
- 增加了饮用水水源地周边土壤环境监测点位布设方法；
- 增加了点位现场核查要求；
- 细化了采样方法，完善了检测无机物的样品表层采样方法，补充了检测有机物的样品采样方法；
- 细化了样品制备过程，补充了样品制备环境要求和检测有机物的样品制备内容；
- 完善了质量保证和质量控制内容；
- 删除了土壤环境质量评价内容；
- 修订了土壤环境监测样品库的建设和管理及分析测试精密度和正确度允许范围。

自本标准实施之日起，《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166—2004）废止。

本标准的附录 A～附录 C 为资料性附录。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站、江西省生态环境监测中心、天津市生态环境监测中心、生态环境部南京环境科学研究所和生态环境部固体废物与化学品管理技术中心。

本标准生态环境部 2026 年 2 月 9 日批准。

本标准自 2026 年 6 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 土壤环境监测技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了土壤环境监测的监测方案编制、监测项目和频次确定、点位布设、样品采集、样品制备、样品流转、样品保存、样品分析及质量保证和质量控制等方面的技术内容。

本标准适用于区域土壤环境和土壤环境风险等类型的监测。建设用地土壤监测样品采集、制备、流转、保存及质量保证和质量控制可参照执行。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）  
GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）  
GB/T 10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序  
GB/T 17296 中国土壤分类与代码  
GB/T 17989.2 控制图 第2部分：常规控制图  
GB/T 32722 土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南  
GB/T 32724 记录土壤和现场信息的格式  
GB/T 42489 土壤质量 决策单元-多点增量采样法  
HJ 168 环境监测分析方法标准制订技术导则  
HJ 630 环境监测质量管理技术导则  
《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**土壤环境** soil environment

地球环境由岩石圈、水圈、土壤圈、生物圈和大气圈构成，土壤位于该系统的中心，既是各圈层相互作用的产物，又是各圈层物质循环与能量交换的枢纽。受自然和人为作用，内在或外显的土壤状况称之为土壤环境。

### 3.2

**监测单元** monitoring unit

监测区域按照行政区域、地形、流域、土壤分类类型、土地利用类型和环境影响等划分的空间单元称之为监测单元。同一监测区域，可能叠加多种类型监测单元。同一监测单元，可能在空间上不连续分布。

## 4 监测方案编制

监测方案包括监测目的、监测范围、监测时间、监测项目和频次、分析方法、评价标准及组织实施等内容，符合 HJ 630 要求；规定点位布设、样品采集、样品制备、样品流转、样品保存、样品分析及质量保证和质量控制等技术要求。其中，样品流转和保存贯穿于样品采集、样品制备和样品分析等全过程。必要时可开展现场踏勘和人员访谈。

## 5 监测项目和频次确定

监测项目的选取应满足环境管理需求和监测目的，结合土壤风险管控和评价标准、已有监测结果、潜在污染因素确定所需监测项目。土壤污染事故应监测遗撒渗漏的污染物及可能产生的次生污染物。

监测频次依据环境管理需求和监测目的确定，反映土壤环境背景含量的监测推荐5 a~10 a开展1次，其他反映区域土壤环境状况的监测推荐3 a~5 a开展1次；土壤环境风险监测或饮用水水源地周边土壤环境监测推荐1 a~3 a开展1次，重点关注的监测对象，其土壤环境风险监测可1 a开展1次；根据工作需要，可调整监测频次。土壤污染事故监测频次根据遗撒渗漏的污染物浓度、总量、扩散速度和应急处置方式等实际情况确定。

## 6 点位布设

### 6.1 点位布设原则

点位布设应符合监测目的要求，确保其科学性、代表性和可行性，点位数量的确定还应考虑统计量要求、区域经济水平、技术水平和实际采样条件等因素。在符合监测目的的基础上宜沿用历史点位。

### 6.2 点位布设资料收集

根据监测目的，选择收集监测区域内以下资料：

- 地理信息资料，包括行政区域划分、地形、地貌、植被、水文地质、气候、矿产资源分布、土壤分类类型，以及土地利用现状及其历史演变资料等；
- 社会生产资料，包括工农业生产和排污、灌溉用水及化肥农药施用情况等；
- 土壤环境背景资料，包括相关的法律法规及历史土壤监测、调查和评估数据等；
- 土壤环境风险监测时，收集污染源基本信息和周边敏感受体信息等；
- 土壤污染事故监测时，收集必要的污染物物理和化学性质、水文地质、气象、周围敏感点及其功能区划资料等；
- 饮用水水源地周边土壤环境监测时，收集水源地基本信息和保护区划分资料等。

### 6.3 区域土壤环境监测点位布设

#### 6.3.1 区域监测单元划分

区域监测单元的划分方式包括：

- 按照管理尺度划分，包括行政区域、流域和经济区（带）等；
- 按照土壤空间异质性的主导因素划分，包括地形和土壤分类等，土壤分类参见 GB/T 17296；
- 按照土地利用类型划分，如农用地和未利用地等，土地利用类型划分参见《国土空间调查、规

划、用途管制用地用海分类指南》，开展土壤风险管控相关工作时，农用地定义按照 GB 15618 执行；

d) 按照土壤污染、疑似污染或潜在污染情况划分，如某元素或化合物土壤污染区域等。

也可使用上述方式的组合或进一步细化，如全国水稻土农用地和长江流域红壤监测单元等。

### 6.3.2 点位数量估算

#### 6.3.2.1 基础样本数量计算方法

##### 6.3.2.1.1 均方差和绝对偏差法

基础样本数量按公式（1）计算：

$$N = \frac{t^2 s^2}{d^2} \quad (1)$$

式中：N——基础样本数量，个；

t——选定置信水平（土壤环境监测一般选定为 95%）和一定自由度下的 t 值（参见附录 A）；

s——均方差，可从已有的相关研究或者从极差  $R[s^2=(R/4)^2]$  中估计；

d——可接受的绝对偏差。

注：s 和 d 的量纲一致。

示例：

某地土壤中多氯联苯的浓度范围未检出～13 mg/kg，若 95%置信水平时平均值与真值的绝对偏差为 1.5 mg/kg，s 为 3.25 mg/kg，在未知平均值与真值差异方向性时，按双尾检验，初选自由度为 10，则：

$$N = 2.228^2 \times 3.25^2 / 1.5^2 = 24$$

因为 24 比初选的 10 大得多，重新选择自由度为 20，查 t 值计算可得：

$$N = 2.086^2 \times 3.25^2 / 1.5^2 = 21$$

即基础样本数量为 21 个。

##### 6.3.2.1.2 变异系数和相对偏差法

基础样本数量按公式（2）计算：

$$N = \frac{t^2 CV^2}{RD_{acc}^2} \quad (2)$$

式中：N——基础样本数量，个；

t——选定置信水平（土壤环境监测一般选定为 95%）和一定自由度下的 t 值（参见附录 A）；

CV——变异系数，%；

RD<sub>acc</sub>——可接受的相对偏差（土壤环境监测一般限定为 20%～30%），%。

已开展过土壤环境监测的区域，可以参考最近时期或最相近情况的相关研究资料中的 CV；未开展过土壤环境监测的区域，可参考上一级区域或相似条件的 CV；无历史资料的地区、土壤变异程度不太大的地区，CV 一般可用 10%～30%粗略估计。

#### 6.3.2.2 点位数量

根据监测目的和监测范围内土壤环境状况等因素确定拟定点位数量，然后进行点位布设。

每个监测单元内点位总数可根据监测单元面积和最优网格尺度确定，一般不少于 3 个。

开展区域土壤环境监测，点位数量不应低于基础样本数量，采用统计方法评价时，点位数量一般不少于 30 个。同一点位监测多个项目时，应取最大基础样本数量。考虑到土壤空间变异的不确定性、可能出现异常样品和异常值等因素，为保证统计数据的有效性，点位数量宜适当高于基础样本数量。获取土壤环境监测数据后，按照公式（1）或公式（2）反算绝对偏差或相对偏差，若实际结果不可接受，应考虑补充点位。

### 6.3.3 区域点位布设要求

#### 6.3.3.1 网格划分方法

区域点位布设方法采取网格布点方法，网格布点法适用于监测单元内土壤性质单一和污染分布均匀或特征不明显的情况。布设点位前，应在监测单元内划分网格，为避免过多破碎网格或网格落在商业服务业用地、居住用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、工矿用地、仓储用地、交通运输用地或河流等区域，可根据实际情况适当调整网格的起始位置。

监测网格间距取决于监测单元面积和拟定点位数量。

网格间距按公式（3）计算：

$$L = \sqrt{\frac{A}{N_0}} \quad (3)$$

式中：L ——网格间距，km 或 m；

A ——监测单元面积 km<sup>2</sup> 或 m<sup>2</sup>；

N<sub>0</sub> ——拟定点位数量，个。

注：A 的单位是 L 的导出单位，如 L 的单位为 km，则 A 的单位是 km<sup>2</sup>。

#### 6.3.3.2 点位布设方法

先确定监测单元内可布点网格，可布点网格中所属监测单元的土壤面积比例一般大于 30%；特殊地形、地貌或有特定管理需求时，土壤面积比例可适当降低。

点位布设方法分为系统布点法和系统随机布点法：

a) 系统布点法：筛选可布点网格，见图 1（a）；在每个可布点网格内，见图1（b），布设1 个点位；

b) 系统随机布点法：可布点网格数量大于拟定点位数量时，可利用掷骰子、抽签或查随机数表等方法抽取网格并在其内布点，例如图 1（a）范围内有 29 个可布点网格，计划布设 6 个点位，则通过随机方式获取 6 个网格，如图 1（c）所示，在这 6 个网格中布点；随机数骰子方法参见GB/T 10111。

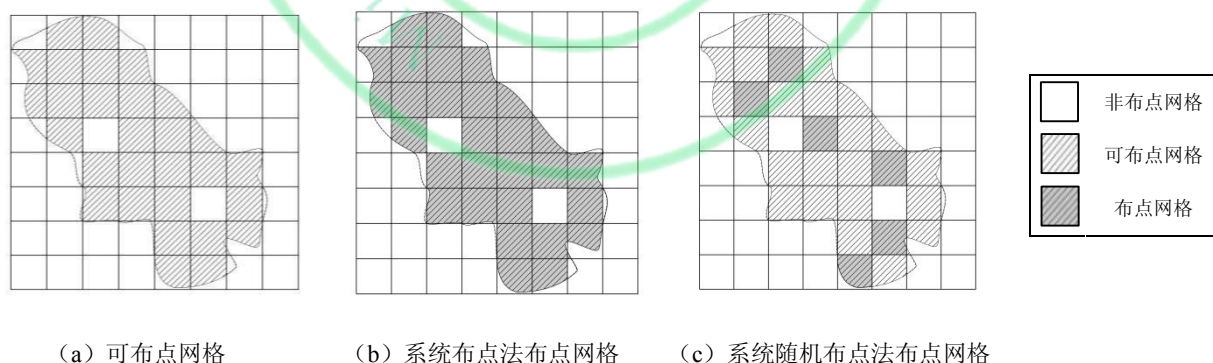


图 1 网格布点方法示意图

### 6.3.3.3 点位布设位置

可布点网格中的布点位置应满足以下要求：

- a) 在网格内优势影响因素（包括行政区域、土地利用类型、土壤分类类型或土壤污染分级等）所在范围内，选择面积较大的地域，将点位布设在其中心区域；也可在该范围内简单随机布点，满足代表性要求；
- b) 宜布设在地形相对平坦和稳定的地点；
- c) 不应布设在河流、湖库或岩石等无法获取土壤的位置；
- d) 远离与监测目的无关的干扰源，包括污染源、住宅、道路、粪坑或坟墓等；
- e) 研究背景含量的点位布设按背景含量统计相关标准执行；
- f) 建设用地的点位布设按建设用地相关标准执行。

## 6.4 土壤环境风险监测点位布设

### 6.4.1 风险监测单元划分

根据污染物排放的形态和特征，土壤环境风险监测单元可以按点源、移动源和面源污染影响区域分类划分：

- a) 点源污染影响区域：废气有组织排放，通过渠道、管道排放的废水或纳污灌溉水体等造成的土壤环境影响区域，沿排污主导方向划分其监测单元；
- b) 移动源污染影响区域：在运输过程中物料呈线状遗撒或扬散等造成的土壤环境影响区域，沿运输轨迹两侧划分其监测单元；
- c) 面源污染影响区域：废气无组织排放、固体废物或农用投入品等随大气沉降或地表漫流迁移造成的土壤环境影响区域，按照 6.3.1 d) 中规定划分其监测单元。

考虑监测目的、污染扩散强度和采样可行性等，初始污染影响范围定于污染中心点或污染排放口外 1 km 范围内；可根据实际情况，借助基础数据、文献资料分析、现场调查、遥感、地理信息系统和动力学模型等技术方法调整范围。

### 6.4.2 风险监测点位数量

每个土壤环境风险监测单元的土壤布点数量根据监测目的、污染源规模、影响范围和污染类型等因素确定，一般不少于 3 个点位。已确认有污染的历史点位应尽量保留。

### 6.4.3 风险监测点位布设方法

#### 6.4.3.1 大气影响型

以污染源或排放口为中心，针对废气无组织和有组织排放，分别在 4 个主要方位和主导风向的下风向放射状布点。布点位置根据排放源高度和气象条件等参数确定。

#### 6.4.3.2 水影响型

自污染源或排放口起按废水、纳污灌溉水体或地表径流等水流方向由密渐疏带状布点。

#### 6.4.3.3 运输迁移影响型

监测道路交通移动源遗撒或扬散物对土壤的影响时，沿道路两侧带状布点。

#### 6.4.3.4 固体废物堆影响型

以废物堆为中心，在 4 个主要方位放射状布点，在主导风向的下风向和地表径流的水流方向适当增加点位。

#### 6.4.3.5 其他面源影响型

农用投入品污染的农用地等按照 6.3.3 规定，按系统布点法或系统随机布点法布设点位。

#### 6.4.3.6 土壤污染事故型

污染事故监测应根据污染事故情况、污染物印渍或气味，结合地势和风向等因素确定疑似土壤污染区域，根据污染事故类型布点，并至少布设 2~3 个对照点。

固体污染物抛洒污染型，清扫后在污染物原覆盖范围内选择印渍较深和气味较重处布设不少于 3 个点位。

液体溢出或倾翻污染型，污染物向低洼处流动且向深度方向和两侧横向方向扩散，自事故发生地沿污染迁移方向由密渐疏布点，点位布设在低洼地或死水区等，点位不少于 5 个。

爆炸污染型，以放射状同心圆方式布点，点位不少于 5 个。

土壤污染纠纷的法律仲裁调查应适当增加点位数量。根据土壤污染事故处置情况动态及时更新调整布设点位。

#### 6.4.3.7 综合影响型

同时受到上述污染类型影响时，综合采用单一主导方向、放射状、带状和网格等多种布点方法，当不同方法的布点位置重叠或邻近时，可以选择其中一个点位。

### 6.5 饮用水水源地周边土壤环境监测点位布设

饮用水水源地以取水口为端点，向非水方向带状布点。

根据监测目的和饮用水水源地规模等因素确定布点数量，每个水源地保护区布设不少于 3 个点位，其中 1 个点位尽可能靠近取水口，其余 2 个点位在保护区带状分散布点。未划定保护区或保护区不易布设点位时，应尽可能靠近饮用水水源地水流流向上游布点。开展详细调查时，也可结合 6.3.3 的方式布点。应优先在已确认污染或疑似污染的区域布点。

### 6.6 点位现场核查

#### 6.6.1 准备工作

点位布设后，宜开展现场核查，确认监测点位位置。现场核查工作前，设计核查路线，准备核查所需工具，包括满足监测目标要求的定位设备和影像记录设备等。

#### 6.6.2 点位确认

现场核查点位是否满足监测目的和布点技术要求，确定其代表性和采样可行性。若其与监测目的和布点技术要求相符，则确认点位；若其与监测目的或布点技术要求不符，应根据现场情况进行点位调整。从布点至采样期间，如遇社会经济发展状况、土地利用方式等重大变更，应在采样前或采样时对点位进行复核确认。

## 6.7 布点质量保证和质量控制

点位布设过程中应采取有效措施，确保其科学性、代表性和可行性：

- a) 点位布设后，检查点位的技术符合性，防止主观随意布点；重点关注监测单元划分合理性、点位布设代表性和点位调整必要性等；
- b) 点位现场核查所用定位设备定位准确、稳定，精度达到米级。

## 7 样品采集

### 7.1 采样准备

#### 7.1.1 采样资料收集

根据监测需求，结合点位布设所收集的资料，补充收集：

- a) 图件资料，包括监测区域交通图和大比例尺地形图等；
- b) 污染事故监测时，收集相关污染物毒性和消除方法等资料。

#### 7.1.2 物资准备

根据采样需求准备采样物资，可包括：

- a) 器具类：铁锹、铁铲、原状取土钻、螺旋取土钻、环刀、木铲、竹片、非扰动采样器（聚乙烯或不锈钢等材质）和适合特殊采样要求的工具；标尺、卷尺和便携带提秤等测量工具；垫纸（聚乙烯薄膜或牛皮纸等材质）、四分器和样品盘（搪瓷、聚乙烯或不锈钢等材质）等适合四分法缩分样品的工具；样品袋（布袋、纸袋和聚乙烯袋等）、避光玻璃瓶（棕色广口磨口玻璃瓶、棕色带聚四氟乙烯密封垫的螺口玻璃瓶或采取其他避光措施的玻璃瓶等）、吹扫瓶和顶空瓶等容器；土壤比色卡、定位设备、影像记录设备、打印机、手持终端、现场快速检测仪器和钻探设备等；
- b) 文具类：样品标签、采样记录和资料夹等；
- c) 安全防护类：工作服、工作鞋、安全帽和常用药品等；
- d) 运输类：运输车辆、样品箱和保温设备等。

### 7.2 采样阶段

#### 7.2.1 前期采样

前期采样用于初步验证污染物种类、污染物空间分异性和判断土壤污染程度，可根据监测目的和监测对象的具体情况选择性实施。若监测目的明确，可直接进行正式采样。前期采样可与点位现场核查同步开展，也可借助现场快速检测仪器进行测试。

#### 7.2.2 正式采样

正式采样前应进行采样点位确认。采样点位与布设点位之间的允许偏移距离（即采样精度）根据监测目的或质量要求确定。

按照监测方案要求在已确认的采样点位、按照规定的采样方式采集足量的土壤样品并保存于规定的容器中。

### 7.2.3 补充采样或复采

正式采样的样品分析测试后，若有下列情形之一，应补充采样或复采：

- a) 点位布设、采样位置、采样方式或采样数量等未完全满足监测方案要求；
- b) 样品采集、运输或制备过程中出现质量问题；
- c) 分析过程中出现质量问题且无法开展复测；
- d) 需进一步确定污染影响范围等。

## 7.3 采样方法

### 7.3.1 采样方法分类

采样方法主要取决于监测目的。

根据采样深度的不同，采样方法分为表层样采集和分层样采集，分层样采集又包括深层样采集和剖面样采集。土壤环境状况监测时，一般采集表层样；土壤环境背景含量、垂向污染状况或土壤污染事故监测时，采集表层样或分层样。

根据取土方式的不同，采样方法分为单点样采集和混合样采集。单点样注重发现和表征某一位置土壤中目标物性质，一般在污染筛查的监测中采用，土壤污染事故等类型的监测常采集单点样；混合样可以更好地反映土壤中目标物性质的代表性并降低监测成本，在较大区域的土壤环境监测中经常采用。

根据检测项目的不同，采样方法分为检测理化特征、无机物及挥发性、半挥发性和难挥发性有机物的样品采集。

### 7.3.2 不同深度采样方法

#### 7.3.2.1 表层样采集

表层样取表层 0 cm~20 cm 土壤，特殊需要也可以适当增加或减少采样深度；种植果林类植物时可采集 0 cm~60 cm 土壤。采样时首先清除土壤表面的植物残骸和石块等杂物，取土时尽可能垂直方向等量取样，避免斜切。表层样可采单点样或混合样。

#### 7.3.2.2 深层样采集

##### 7.3.2.2.1 采样方式

深层样采集包括钻孔取样和槽探取样。钻孔取样包括手工钻孔取样和机械钻孔取样。手工钻孔取样的设备包括螺纹钻、管钻和管式采样器等；机械钻孔取样的设备包括实心螺旋钻、中空螺旋钻和套管钻等。钻孔取样采集非扰动原状土时，应采用冲击式或直压式钻孔方式，不允许采用空气钻探法和回转钻探法。钻孔过程中应获取完整原状土芯，取土时，采集土芯中非扰动部分。槽探取样以手工或机械方式挖掘采样槽，通过锤击敞口取土器取样或人工刻切块状土取样。采样槽断面应平整，断面宽度根据现场条件和计划采样数量确定。

深层样可采集单点样和混合样。

深层样采集按采样深度可分为随机深度采样、分层随机深度采样和规定深度采样（见图 2）。

##### 7.3.2.2.2 随机深度采样

适合土壤垂直方向污染程度变化不大的监测单元，采样深度按公式（4）计算：

$$h_1=h_0\times R_0 \tag{4}$$

式中： $h_1$ ——采样深度，m；  
 $h_0$ ——土孔或土槽总深度，m；  
 $R_0$ ——0~1 之间的随机数，按 GB/T 10111 推荐随机数骰子法产生。

7.3.2.2.3 分层随机深度采样

根据土壤的成土因素、土壤粒级、污染程度或地下水埋深等因素将土壤垂直方向分成多层，每层采 1 个样品，每层的采样深度按公式（5）计算：

$$h_1=h_2\times R_0 \tag{5}$$

式中： $h_1$ ——采样深度，m；  
 $h_2$ ——每层土壤总深，m；  
 $R_0$ ——0~1 之间的随机数，按 GB/T 10111 推荐随机数骰子法产生。

7.3.2.2.4 规定深度采样

监测土壤污染随深度变化时，可按规定深度由表层开始向下由密渐疏或等间距等设置采样点进行采样。发现明显污染痕迹或现场快速检测仪器识别出较重污染时，可根据实际情况调整采样深度，或采样直至无污染深度或母岩风化层。

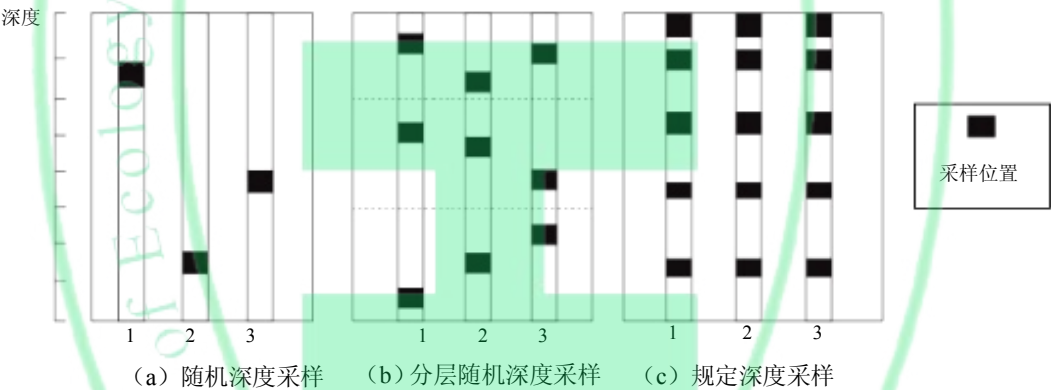


图 2 土壤深度采样示意图

7.3.2.3 剖面样采集

土壤剖面点位应选择土壤剖面发育完整位置，不应选在土类和母质交错分布的边缘地带。剖面规格为 1.5 m（长）×0.8 m（宽）×1.2 m（深）（见图 3），具体尺寸视土壤情况而定。地下水位小于 1.2 m 时，取样至地下水位层；山地土壤层小于 1.2 m 时，取样至母岩风化层。采样时应在新鲜剖面准确划分采样层，在各层内部根据 7.3.3 要求自下而上取样，分层装袋，做好记录。挖掘土壤剖面要使观察面向阳，表土与底土分放土坑两侧，取样后按原层回填。

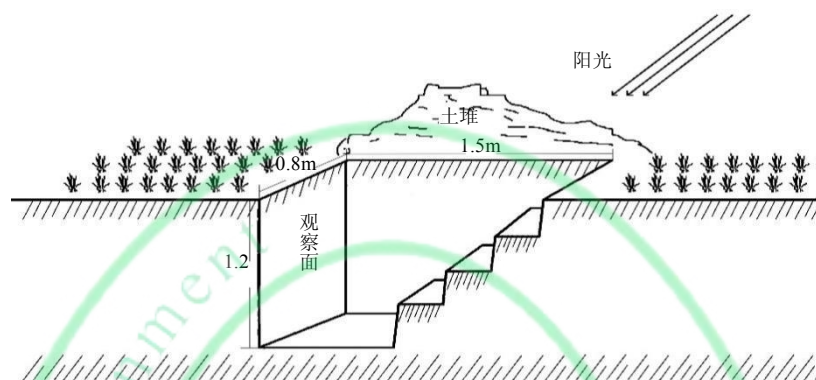


图3 土壤剖面示意图

### 7.3.3 不同取土方式采样方法

#### 7.3.3.1 单点样

单点样是在采样点位置采集 1 个土壤样品。

表层样的单点样是在采样点位置**尽可能**垂直方向**等量**取土，避免斜切。钻孔取土采集深层样时，单点样取一定高度的土柱；槽探法在槽面上取土，取土面一般为方形，平行表层方向取土量尽量等量。剖面样的单点样是在选定采样层中部位置取土，取土面一般为方形，平行表层方向取土量尽量等量。

#### 7.3.3.2 混合样

混合样指以采样点为中心、在一定范围内开展多点（即分样点）取土，取土范围大小根据监测目的、样品代表性要求或采样操作可行性等确定。每个分样点的取土方法与单点样相同，各分样点应等量取样，混合成 1 份样品。钻孔取土采集深层混合样时，按照 GB/T 42489 执行。槽探法和土壤剖面采集混合样时，分样点应处于选定采样层垂向中心的水平位置。

表层混合样采集方法包括对角线法、梅花点法、棋盘式法和蛇形法等（见图 4）。

- a) 对角线法：适用于面积小、地势平坦、土壤组成和受污染程度相对比较均匀的土壤，可分为单对角线法和双对角线法；单对角线法是以单对角线等分点为分样点，一般设 5 个分样点；双对角线法是以正方形 4 个角和 2 条对角线的交点为分样点，一般设 5 个分样点；
- b) 梅花点法：适用于面积较小、地势平坦、土壤组成和受污染程度相对比较均匀的土壤，一般设 7 个分样点；
- c) 棋盘式法：适用于面积中等、地势平坦、土壤组成和受污染程度有所差异的土壤，一般设 10 个左右分样点；面积较大或污染程度差异较大时可增加分样点个数；
- d) 蛇形法：适用于面积较大、地势不平坦或地域狭长、土壤组成和受污染程度有所差异的土壤，一般设 15 个左右分样点。

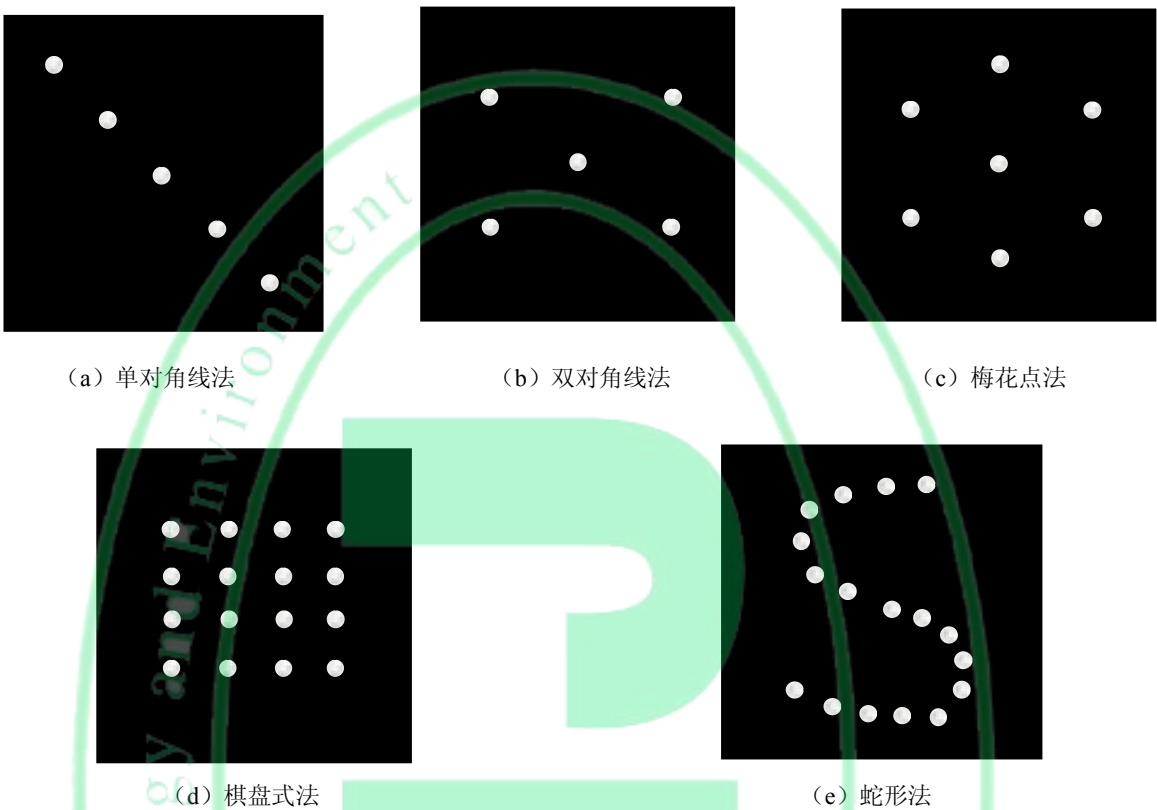


图 4 土壤混合样的采集方法示意图

7.3.4 不同检测项目采样方法

7.3.4.1 检测理化特征和无机物的样品采集

检测理化特征和无机物的样品按照 7.3.3 采集单点样或混合样。采集检测金属元素的土壤样品时，避免土壤样品与金属采样器具接触，可用木铲或竹片等刮去与金属采样器接触部分或添加非金属材质衬垫等。采样后将样品先装入聚乙烯袋，为防止袋子破损，可在聚乙烯袋外再套一层样品袋。检测挥发性无机物的样品（如氰化物）按照 7.3.4.2 执行。采样和保存条件分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

7.3.4.2 检测挥发性有机物的样品采集

检测挥发性有机物的样品应采集单点样，使用土壤新鲜样品进行分析。钻孔取样采集非扰动原状土时，设定非扰动采样器的取土量 and 对应活塞止动位置，刮除表面土壤后，将采样管平稳推入新露出的土芯，同时控制活塞缓慢上升至止动位置。拔出采样管，保证土柱与管口平齐，管筒外壁无多余土壤。采样后立即将采样管插入避光玻璃瓶，推动活塞，将样品转移至瓶中，密封后单独装入样品袋中，冷藏保存（温度 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ）。检测项目含量较高时，可在避光玻璃瓶中预加甲醇保护剂，采样和保存条件分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

7.3.4.3 检测半挥发性和难挥发性有机物的样品采集

检测半挥发性有机物的样品应采集单点样，检测难挥发性有机物的样品可采集单点样或混合样，按照 7.3.3 执行。采集到的样品转移到洁净的避光玻璃瓶中，尽量充满整个空间，防止样品沾污瓶口。采

样完成后，密封瓶口，可在玻璃瓶外再套一层样品袋，冷藏保存（温度≤4℃）。采样和保存条件分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

7.3.5 采样量

检测理化特征和无机物的样品采样量一般不低于 500 g，用于长期保存的样品一般不低于 2 000 g；检测半挥发性和难挥发性有机物的样品采样量一般为 250 g 检测挥发性有机物的样品采样量一般为 100 g；有特殊要求时可以适当增减采样量。分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

检测理化特征和无机物的样品取土量超出需求量时，应将样品用堆锥法、翻拌法、提拉法或颠倒法充分混匀后，按四分法进行 1 次或多次缩分弃取（见图 5），最后留下所需的土壤样品量。

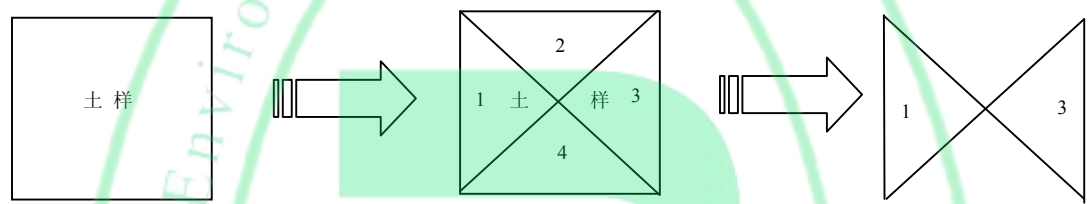


图 5 四分法缩分样品示意图

7.4 采样记录和标签

采样现场填写样品标签和采样记录，内容参考 GB/T 32724，字迹清晰、填写规范，采样记录归档保存。样品标签一式两份，分别置于样品内、外层包装上。标签上包含样品唯一性标识、监测项目和采样日期等信息（见图 6），应防止标签脱落或破损导致样品混淆。离开采样现场前，逐项检查采样记录和样品标签，有缺项和错误时，及时补齐更正。

|                                                                   |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 土壤样品标签                                                            |  |  |  |  |
| 样品编号:                                                             |  |  |  |  |
| 采样地点: 省            市            县(区)            乡(镇)            村 |  |  |  |  |
| 东经            北纬                                                  |  |  |  |  |
| 采样层次:                                                             |  |  |  |  |
| 采样深度:                                                             |  |  |  |  |
| 土壤分类类型:                                                           |  |  |  |  |
| 监测项目:                                                             |  |  |  |  |
| 采样日期:                                                             |  |  |  |  |
| 采样人员:                                                             |  |  |  |  |

图 6 土壤样品标签样式（示例）

7.5 采样质量保证和质量控制

采样过程中应采取有效措施，确保样品采集质量：

- a) 通过现场或查阅资料等方式，检查采样过程的技术符合性，重点关注采样位置、采样工具、样品容器和操作规范性等；
- b) 根据质量管理目标确定采样过程检查比例；
- c) 检测理化特征和无机物的现场平行样应采用四分法分样，检测挥发性有机物的现场平行样应尽量在邻近位置采集；

d) 采集检测挥发性有机物的样品时，应同时采集运输空白和全程序空白样品。

## 7.6 采样注意事项

采样过程中的注意事项如下：

- a) 避免在降水、近期施用肥料或农药、冻土期和水田淹水期进行采样；采样点应避开田埂、地头和堆肥处，区域土壤环境监测采样点应避开积水处；
- b) 检测多种项目需采集多个样品时，优先采集挥发性强的样品；
- c) 农产品与其根部土壤同步采样时，以农产品的适宜采集期为主；
- d) 存在客土时，结合监测目的和污染状况等情况综合研判，必要时应在客土层和原状土层分别采样；
- e) 采样过程中，应避免土壤样品受到采样操作的污染；
- f) 采样器具材质应避免干扰待检测项目，使用后及时清洁，防止交叉污染；
- g) 机械钻孔取样时，应防止钻穿隔水层，造成二次污染；全程跟进套管，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染，套管之间的螺纹连接处不应使用润滑油；
- h) 野外作业前，应开展采样区域安全风险评估，预防安全事故。

## 8 样品制备

### 8.1 场地和器具

#### 8.1.1 制样场所

制样场所应整洁、通风良好且无直吹风，无酸、碱、尘和挥发性化学物质，避免阳光直射样品并维持适宜的温湿度环境；设置专用的土壤干燥区域（可分为风干、烘干和冷冻干燥区域等）和研磨区域，两者应有效隔离，必要时可以设置恒温恒湿间。

#### 8.1.2 制样器具

干燥区域制样器具包括：风干架（上下两层之间的高度不少于 30 cm）、土壤干燥箱、冻干机、冰箱、样品盘、垫纸、镊子（塑料和不锈钢等材质）、有机玻璃棒、木铲和锡箔纸等。

研磨区域制样器具包括：操作台、操作板（木质或有机玻璃等材质）、样品盘、垫纸、木辊、木锤、木铲、玛瑙研钵或瓷研钵和研杵、毛刷、镊子、有机玻璃棒、土壤筛（一般包括孔径为 10 目即 2 mm、60 目即 0.25 mm、100 目即 0.15 mm 和 200 目即 0.075 mm 等）、四分器、样品袋、避光玻璃瓶、具塞无色聚乙烯瓶、电子台秤（精度 0.1 g）、高压气泵、通风橱及机械研磨设备、混匀设备、分样设备、清洗和干燥设备等。

#### 8.1.3 防护用品

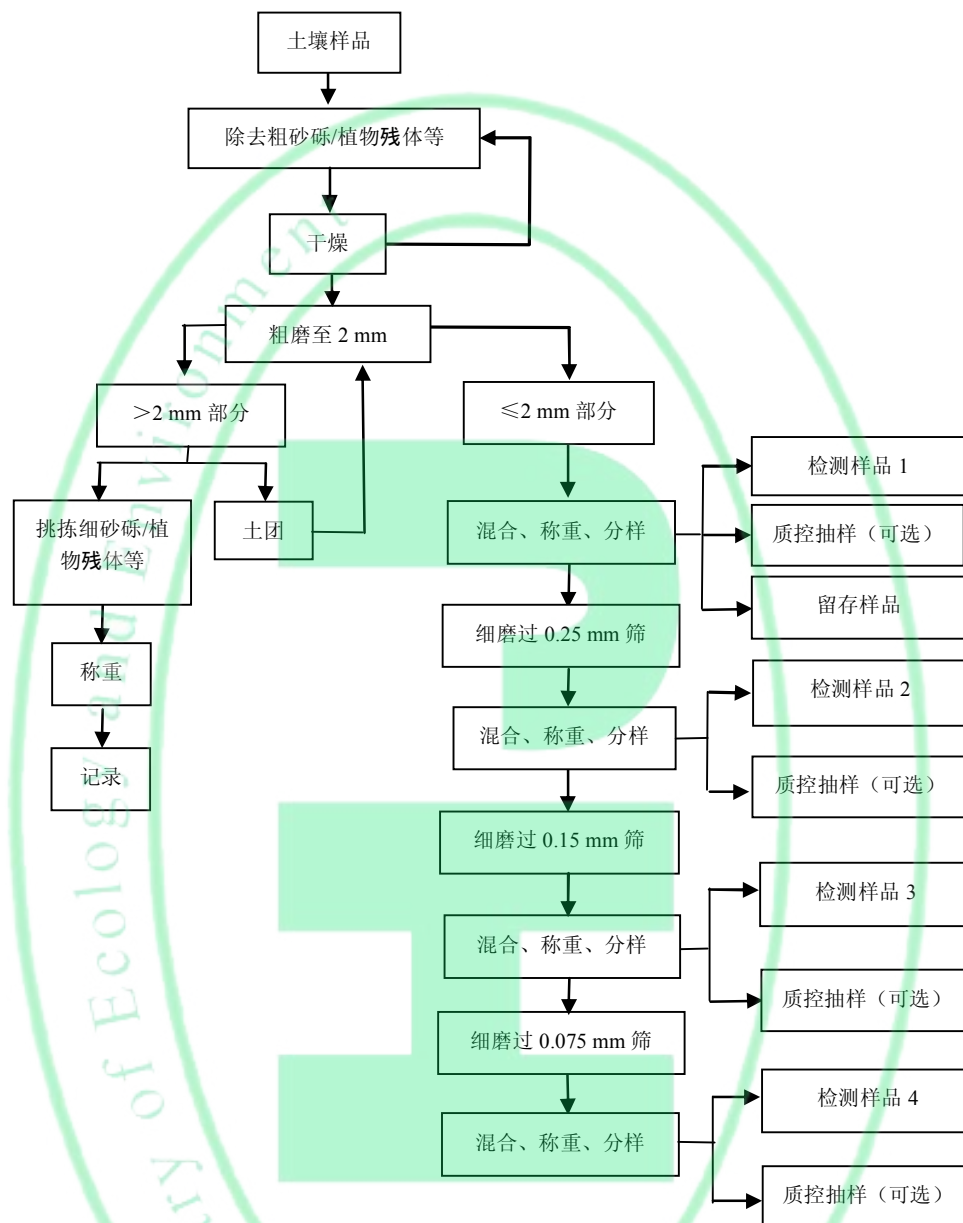
一般包括口罩、手套、帽子、套袖和护目镜等。

### 8.2 检测理化特征和无机物的样品制备

#### 8.2.1 样品制备流程

对于需要制备后检测理化特征和无机物的样品，一般采用风干或烘干干燥方法。样品制备流程主要

包括干燥和研磨 2 个阶段（见图 7）。



注：土壤样品粒径应根据检测项目的相应分析方法标准确定。一般研磨过 2 mm 筛的样品可用于水分、pH 值和阳离子交换量等项目的分析；过 0.25 mm 筛的样品可用于有机质等项目的分析；过 0.15 mm 筛的样品可用于金属元素总量等项目的分析；过 0.075 mm 筛的样品可用于 X 射线荧光光谱法测定金属元素等项目的分析。根据同一样品所需磨制的全部粒径要求，按从粗到细确定研磨粒径级并逐级研磨。

图 7 检测理化特征和无机物的样品制备流程示意图

## 8.2.2 样品干燥

### 8.2.2.1 风干

将采集的土壤样品全部转移到已铺设垫纸的样品盘中，摊成 2 cm~3 cm 的薄层，置于风干架上，相邻 2 个样品盘间距应不小于 10 cm。适时地压碎或翻动，拣出碎石、砂砾和植物残体等，避免样品结

成大块而不易碾压和研磨。

### 8.2.2.2 烘干

将采集的土壤样品全部转移到样品盘中，摊成 2 cm~3 cm 的薄层。烘干样品的温度应不影响样品中目标物的测定，一般温度控制在  $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。碎石、砂砾和植物残体应及时拣出；避免样品结成大块而不易碾压和研磨。分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

### 8.2.3 样品研磨

研磨是将干燥后的土壤样品研磨至一定粒径、过筛、混匀并分装的过程。同一样品需要磨制多种粒径样品时，应从粗到细依次全量过筛、逐级磨制，即每一粒径级的样品都全部研磨、过筛并混匀，然后再取样进行下一粒径级样品的研磨。

称量和记录土壤样品质量和非土壤物质的质量，样品损失应合理。

将制备好的样品装入符合要求的容器内，填写并粘贴样品标签。

样品粗磨和细磨过程应满足以下要求：

- a) 样品粗磨：将风干（烘干）的样品倒在操作板上，敲打、压碎土块，拣出碎石、砂砾和植物残体等非土壤物质，细小的植物残体可用静电吸附方法清除，拣出的非土壤物质装入独立的样品袋。将全部土壤样品转移至 2 mm 的土壤筛中筛分。通过 2 mm 筛的土壤样品装入样品袋中，未通过的土壤样品应反复磨制和筛分，直至所有样品均通过 2 mm 的土壤筛，不可将土壤样品一次性研磨过细。所有粗磨样品在充分混匀后，根据需要采用四分法操作进行分样。粗磨样品可用于样品分析、样品长期保存和样品细磨。
- b) 样品细磨：按四分法取上一粒径级一定量样品进行细磨，研磨过程与粗磨类似，边磨边筛；根据需要过 0.25 mm、0.15 mm 或 0.075 mm 筛等。细磨样品量应不少于下一粒径级样品研磨用量和样品分析用量之和。样品分析用量应在实际使用量 10 倍以上，且不少于 10 g，以保证样品代表性。

## 8.3 检测有机物的样品制备

检测挥发性有机物的样品用新鲜样品按分析方法要求进行样品前处理，检测半挥发性和难挥发性有机物的样品按分析方法要求采用新鲜样品或干燥后的样品进行分析，一般研磨至 0.25 mm，分析方法有明确规定时，按分析方法执行。检测半挥发性和难挥发性有机物的样品可采用无水硫酸钠或硅藻土脱水干燥，也可采用冷冻干燥方法制备干样；在不影响分析目的时，可采用风干干燥方法。

冷冻干燥样品平铺于盛样容器，厚度 $\leq 2$  cm，使用带有透气小孔的铝箔或金属丝网覆盖样品。冷冻样品间应分隔，样品标签或唯一性标识标记在铝箔或冷冻容器上，避免样品混淆。冷冻干燥前，应使样品充分冻结。根据土壤样品含水率和性质，设置冻干温度，一般 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ 。

当冷冻干燥初期设定的真空压力不再产生变化时，可认为冷冻干燥结束。冷冻干燥结束后，严防样品解冻或目标组分损失。根据分析方法研磨至指定粒径，研磨混匀后的样品，装入避光玻璃瓶中，填写并粘贴样品标签。

检测理化特征和无机物的样品，在不影响分析目的且可以提高样品干燥效率时，也可采用冷冻干燥方法。

## 8.4 制样后清洗

每制备一份样品后，应清洁操作台面和所有器具，防止样品交叉污染。

## 8.5 制样记录和标签

制样记录和标签填写应满足以下要求：

- a) 及时记录样品编号、干燥方式、时长和环境条件、研磨方式、逐级过筛前后的土壤样品质量、分装质量和弃去杂质的质量等；样品制备原始记录归档保存；
- b) 制备后的样品流转前，可在样品容器外再套一层样品袋；  
样品内、外层包装上均应有制备后的样品标签，标签上包含样品编号和粒径等信息。

## 8.6 样品损失率和过筛率计算

### 8.6.1 样品损失率

样品损失率按公式（6）计算：

$$w_1 = \left( 1 - \frac{m_1 + m_2}{m_3} \right) \times 100\% \quad (6)$$

式中： $w_1$ ——粗磨或细磨样品损失率，%；

$m_1$ ——粗磨或细磨后样品质量，g；

$m_2$ ——非土壤物质质量，g；

$m_3$ ——粗磨或细磨前样品质量，g。

一般粗磨样品损失率应 $\leq 5\%$ ，细磨样品损失率应 $\leq 7\%$ 。

### 8.6.2 样品过筛率

样品过筛率按公式（7）计算：

$$w_2 = \frac{m_4}{m_0} \times 100\% \quad (7)$$

式中： $w_2$ ——样品过筛率，%；

$m_4$ ——样品过筛质量，g；

$m_0$ ——样品抽取质量，g。

过筛率抽查时，应抽取不低于单个样品量 10% 的样品过筛，过筛率应 $\geq 95\%$ 。

## 8.7 制样质量保证和质量控制

制样过程中应采取有效措施，确保样品制备质量：

- a) 通过现场或查阅资料等方式，检查制样过程的技术符合性；
- b) 根据质量管理目标确定样品损失率和过筛率检查比例；
- c) 长期使用的土壤筛，根据磨损情况或过筛率检验结果，定期更换；
- d) 采用机械制样，应满足手工制样技术要求和质量控制要求，重点关注全量过筛、逐级磨制、样品间交叉污染及温度和磨具材质对待检测项目的干扰等。

## 8.8 制样注意事项

制样过程中的注意事项如下：

- a) 土壤干燥时，应将疑似污染程度不同的样品分隔放置；
- b) 干燥过程中压碎或翻动样品时，同步检查其干燥程度；
- c) 研磨区域操作台间应设置隔板，防止样品交叉污染；

- d) 制样器具材质应避免干扰待检测项目，使用后及时清洗和更换，防止交叉污染；
- e) 制样过程中，应保持样品标签或唯一性标识清晰且始终与土壤样品放置同处，防止混淆。

## 9 样品流转

### 9.1 样品运输

样品运输过程应满足以下要求：

- a) 土壤样品分类装箱，同一采样点或同类样品尽量装在同一箱内；
- b) 装箱前，样品应逐件与采样记录和样品标签等进行核对，避免样品遗漏；检查样品容器完好性和密封性，标签应清晰准确；明确样品的运输目的地、保存条件和送达时限；
- c) 样品包装箱外部粘贴关键信息标签，包括样品编号、保存条件和保存时限等，必要时外包装箱上粘贴“切勿倒置”等明显标志；易碎样品在运输过程中应采取防震措施；对光敏感的样品应有避光外包装；检测有机物的样品应全程避光、冷藏保存；
- d) 土壤样品运输前及时填写样品交接记录，明确交接地点、运输人员、接样人员和交通工具，并核对样品数量、重量、运输条件和送达时限等信息，相关人员签字确认；样品运输过程中应严防样品的损失、混淆和沾污，避免阳光直射，气温偏高或偏低时还应采取控温措施；样品应在送达时限内尽快运抵接收地，避免样品物理、化学和生物性质的改变。

### 9.2 样品交接

土壤样品送达指定地点后，接样人员根据样品交接记录核对样品，检查样品数量、重量、包装完好性、标签完整性和清晰度、保存条件、送达时限及样品性状等。双方确认无误后，在样品交接记录上签字，各存 1 份备查。

土壤样品包括制备前样品、分析用样品、实验室留存样品和样品库长期保存样品等，可利用手持终端等信息化设备记录各场所间样品流转信息，其操作要点和注意事项与人工样品流转方式相同。

### 9.3 样品流转质量保证和质量控制

样品流转过程中应采取有效措施，确保样品质量不受影响：

- a) 检查样品运输和交接过程的技术符合性；重点关注送达时限和保存温度；
- b) 对样品标签和样品交接记录填写完整性进行抽查，对已交接样品数量、重量和包装容器等进行抽查。

## 10 样品保存

### 10.1 保存容器

根据检测项目对样品的要求，按材质、密封类型、尺寸和样品性质选择容器，避免容器沾污样品或与样品发生反应，避免样品受到光照等不利影响。土壤样品保存容器具体应满足以下要求：

- a) 检测理化特征和无机物的样品：一般装入纸袋或聚乙烯袋保存；
- b) 检测有机物的样品：装入避光玻璃瓶保存，保存挥发性有机物的样品容器应有密封措施，避免挥发性物质的损失；
- c) 需冷冻保存含水量较高的样品：装入玻璃瓶时不要盛装过满，以免冷冻时玻璃瓶爆裂；选用其他材质容器时，避免材质干扰待检测项目；

d) 样品库长期保存的样品：应注意容器的长期稳定性，建议采用避光容器密封保存。

## 10.2 保存条件

样品应按样品种类、名称、编号或粒径等分类保存，保存条件应与样品相适应，具体应满足以下要求：

- a) 环境条件：一般保持室内干燥、通风良好且无直吹风和阳光直射，无酸、碱、尘和挥发性化学物质等影响，严防潮湿霉变；
- b) 温度条件：样品的保存温度及在不同温度下的最长保存时限可根据检测项目的相应分析方法标准确定或按照 GB/T 32722 执行；
- c) 时限要求：待检测项目全部完成检测、报出数据并经确认无误后，可根据管理程序决定不再保存或转入长期保存；分析取用后剩余样品，其保存时长应根据监测任务要求和样品复测需求确定；特殊、珍贵的样品一般要永久保存；
- d) 样品库要求：土壤环境监测样品库的建设和管理参见附录 B。

## 10.3 样品保存记录

应及时填写样品保存记录，包括样品来源、采集地点、接收时间、保存条件和取样量等信息。

## 10.4 样品保存质量保证和质量控制

样品保存过程中应采取有效措施，确保样品保存质量：

- a) 检查样品保存条件和保存记录等技术符合性；
- b) 对样品容器选用是否合理、完好，样品标签是否完整、规范等情况进行抽查。

# 11 样品分析

## 11.1 分析方法选用

按照相关标准或技术规范要求，选择能满足监测工作需求和质量要求的分析方法实施监测活动。分析方法选择、验证和确认符合 HJ 630 要求。土壤风险管控标准（如 GB 15618 和 GB 36600）或评价标准中对分析方法有明确规定时，按相关标准执行。

## 11.2 分析记录

分析记录符合 HJ 630 要求，内容应完整，使样品分析过程可复现，一般包括：实验条件（环境条件、仪器设备和试剂等）、分析结果、质量控制数据和合格性判定、计算公式及分析、校核和审核人员等。样品分析测试原始记录归档保存。

分析方法中对有效数字有规定的，按分析方法规定执行；分析方法中无规定时，分析结果小数点后位数与方法检出限一致，最多保留 3 位有效数字。分析结果低于方法检出限时，应给出分析方法检出限。监测数据的离群值判断和处理及分析结果表示符合 HJ 630 或分析方法要求等。

## 11.3 样品分析质量保证和质量控制

### 11.3.1 质量控制措施

质量控制措施应与质量控制目标相适应。实验室质量控制措施包括平行样分析、密码样（也称盲样）分析、比对测试、加标回收试验、标准样品分析等。标准样品应与待测样品种类、基质和含量水平相近

或相当。

依据质量控制结果的统计方式，实验室质量控制的实施方式可分为批次质控和总量质控，一般以相对偏差、相对误差或加标回收率为判断标准，具体应满足以下要求：

- a) 批次质控：每批次样品分析完成后，对本批次样品的质量控制结果进行统计和合格性判定；若达到合格性判定标准则认定本批次样品均合格；若未达到，则表明本批次样品分析结果存疑，应查找原因，重新分析该批次样品，直至合格。
- b) 总量质控：一次监测任务的全部样品分析完成后，对全部质量控制结果进行统计和合格性判定；若合格率达到质量要求，则认定本次监测任务的所有样品均合格；若未达到，应查找原因，对数据可疑的样品进行复测，直至合格率满足要求。

11.3.2 精密度控制

精密度控制常用方法包括平行样测定（现场平行样、实验室平行样及任何环节的分样）和比对测试（不同人员、仪器、试剂、方法及时间等因素的实验室内或实验室间比对）。精密度质量控制样品种类包括实际样品、标准样品和特定质量控制样品等，优先采用实际样品进行精密度控制。

样品分析过程中，应进行内部精密度质量控制，兼顾样品来源、种类和分析方法。分析方法中有精密度质量控制比例要求时，按分析方法执行；分析方法中没有明确要求时，精密度质量控制比例一般为：当批次样品数≥20个时，随机抽取不少于5%的样品；当批次样品数<20个时，至少随机抽取1个样品；质量控制比例也可根据数据质量要求而调整。相对偏差的允许范围参见附录 C 表 C.1、表 C.2和表 C.3，分析方法中有规定的，按相关要求执行。

平行双样或比对分析结果的相对偏差按公式（8）计算：

$$RD = \frac{|x_A - x_B|}{x_A + x_B} \times 100\%$$

(8)

式中：RD——相对偏差，%；

$x_A$  ——比对或平行双样中 A 样品的测定值；

$x_B$  ——比对或平行双样中 B 样品的测定值。

注： $x_A$  和  $x_B$  的量纲一致，如  $x_A$  的单位是 mg/kg，则  $x_B$  的单位为 mg/kg。

11.3.3 正确度控制

正确度控制常用方法包括标准样品分析、特定质量控制样品分析和加标回收试验。有标准样品的检测项目应采用标准样品进行正确度控制。检测有机物项目时可选用标准样品分析或加标回收试验的方法。加标回收试验包括空白加标、实际样品加标、标准样品加标和特定质量控制样品加标等。

样品分析过程中，应进行内部正确度质量控制，兼顾样品来源、种类和分析方法。分析方法中有正确度质量控制比例要求时，按分析方法执行；分析方法中没有明确要求时，正确度质量控制比例一般为：当批次样品数≥20个时，插入不少于5%的正确度控制样品；当批次样品数<20个时，至少插入1个正确度控制样品；质量控制比例也可根据数据质量要求而调整。

采用标准样品或特定质量控制样品进行正确度控制时，可参考其定值结果进行合格性判定，也可参考附录 C 表 C.1 和表 C.2 允许范围进行合格性判定。分析方法中有相关规定的，按相关要求执行。

相对误差按公式（9）计算：

$$RE = \frac{|x_i - \mu|}{\mu} \times 100\%$$

(9)

式中：RE——相对误差，%；

$x_i$  ——检测项目  $i$  的测定值；

$\mu$  ——检测项目  $i$  的给定参考浓度（含量）。

注： $x_i$  和  $\mu$  的量纲一致，如  $x_i$  的单位是 mg/kg，则  $\mu$  的单位为 mg/kg。

加标回收试验中，在样品前处理之前加标，加标样品与分析测试样品使用的前处理方法和分析条件应一致。加标量可视被测组分含量而定，含量高的可加入被测组分含量的 0.5~1.0 倍，含量低的可加 2.0~3.0 倍，未检出时加标浓度参见 HJ 168 相关规定；加标后被测组分的总量不得超出分析方法的测定上限。采用标准溶液加标时，标准溶液浓度宜高，加标后样品体积应较加标前无显著变化。

加标回收率合格性判定可参考附录 C 表 C.2 和表 C.3 的允许范围，分析方法有明确规定时，按分析方法执行。

加标回收率按公式（10）计算：

$$P = \frac{y_i - x_i}{\mu} \times 100\% \quad (10)$$

式中： $P$ ——加标回收率，%；

$y_i$ ——加标样品检测项目  $i$  的测定值；

$x_i$ ——检测项目  $i$  的测定值；

$\mu$ ——检测项目  $i$  的给定参考浓度（含量）或加标量。

注： $y_i$ 、 $x_i$  和  $\mu$  的量纲一致，如  $y_i$  的单位是 mg/kg，则  $x_i$  和  $\mu$  的单位为 mg/kg。

#### 11.3.4 质量控制图

采用正确度控制样品多次分析的平均值（ $\bar{x}$ ）与标准偏差（ $S$ ），在 95% 的置信水平，以（ $\bar{x}$ ）作为中心线、 $\bar{x} \pm 2S$  作为上下警告线、 $\bar{x} \pm 3S$  作为上下控制线，绘制正确度控制图。

每批样品正确度控制样品的分析结果落在中心线附近、上下警告线之内，则表示分析正常，该批样品分析结果可靠；如果分析结果落在上下警告线和上下控制线之间，表示分析结果虽可接受，但有失控倾向，应予以注意；如果分析结果落在上下控制线之外，表示分析失控，分析结果不可信，应检查原因，消除影响。相关内容参见 GB/T 17989.2。

## 12 质量保证和质量控制

为保证土壤环境监测数据的完整性、准确性、代表性和可比性，开展监测前应确立质量目标、制定工作计划、明确实施方式和管理措施及确定质量评价标准。监测机构的内部质量管理应覆盖影响质量的各项要素和整个监测过程；外部质量管理可以覆盖全过程，也可以是对重点环节和内容的抽查。依据不同的质量管理目标，应采取不同的质量管理措施，一项监测任务中应采取多种质量管理措施。

布点、采样、制样、样品流转、样品保存和样品分析的质量保证和质量控制要求分别见 6.7、7.5、8.7、9.3、10.4 和 11.3 相关内容。

附 录 A  
(资料性附录)  
*t* 分布表

*t* 分布表见表 A.1。

表 A.1 *t* 分布表

| df       | 置信水平 (%) : $1-\alpha$ /双尾 |       |       |       |       |        |        |        |
|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|          | 20                        | 40    | 60    | 80    | 90    | 95     | 98     | 99     |
|          | 置信水平 (%) : $1-\alpha$ /单尾 |       |       |       |       |        |        |        |
|          | 60                        | 70    | 80    | 90    | 95    | 97.5   | 99     | 99.5   |
| 1        | 0.325                     | 0.727 | 1.376 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 |
| 2        | 0.289                     | 0.617 | 1.061 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  |
| 3        | 0.277                     | 0.584 | 0.978 | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.641  |
| 4        | 0.271                     | 0.569 | 0.941 | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.064  |
| 5        | 0.267                     | 0.559 | 0.920 | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  |
| 6        | 0.265                     | 0.553 | 0.906 | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  |
| 7        | 0.263                     | 0.549 | 0.896 | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  |
| 8        | 0.262                     | 0.546 | 0.889 | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  |
| 9        | 0.261                     | 0.543 | 0.883 | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  |
| 10       | 0.260                     | 0.542 | 0.879 | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  |
| 11       | 0.260                     | 0.540 | 0.876 | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  |
| 12       | 0.259                     | 0.539 | 0.873 | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  |
| 13       | 0.258                     | 0.538 | 0.870 | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  |
| 14       | 0.258                     | 0.537 | 0.868 | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  |
| 15       | 0.258                     | 0.536 | 0.866 | 1.341 | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  |
| 16       | 0.258                     | 0.535 | 0.865 | 1.337 | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  |
| 17       | 0.257                     | 0.534 | 0.863 | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  |
| 18       | 0.257                     | 0.534 | 0.862 | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  |
| 19       | 0.257                     | 0.533 | 0.861 | 1.328 | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  |
| 20       | 0.257                     | 0.533 | 0.860 | 1.325 | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  |
| 21       | 0.257                     | 0.532 | 0.859 | 1.323 | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  |
| 22       | 0.256                     | 0.532 | 0.858 | 1.321 | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  |
| 23       | 0.256                     | 0.532 | 0.858 | 1.319 | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  |
| 24       | 0.256                     | 0.531 | 0.857 | 1.318 | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  |
| 25       | 0.256                     | 0.531 | 0.856 | 1.316 | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  |
| 26       | 0.256                     | 0.531 | 0.856 | 1.315 | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  |
| 27       | 0.256                     | 0.531 | 0.855 | 1.314 | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  |
| 28       | 0.256                     | 0.530 | 0.855 | 1.313 | 1.701 | 2.045  | 2.467  | 2.763  |
| 29       | 0.256                     | 0.530 | 0.854 | 1.311 | 1.699 | 2.042  | 2.462  | 2.756  |
| 30       | 0.256                     | 0.530 | 0.854 | 1.310 | 1.697 | 2.021  | 2.457  | 2.750  |
| 40       | 0.255                     | 0.529 | 0.851 | 1.303 | 1.684 | 2.000  | 2.423  | 2.704  |
| 60       | 0.254                     | 0.527 | 0.848 | 1.296 | 1.671 | 1.980  | 2.390  | 2.660  |
| 120      | 0.254                     | 0.526 | 0.845 | 1.289 | 1.658 | 1.960  | 2.358  | 2.617  |
| $\infty$ | 0.253                     | 0.524 | 0.842 | 1.282 | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  |

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 土壤环境监测样品库的建设和管理

##### B.1 样品库建设要求

样品库主要功能为样品保存，并对土壤样品信息资料及其存储位置信息规范管理。

样品库建设和管理应遵循安全、准确、便捷的基本原则。其中，安全包括样品性质安全、样品信息安全和设备运行安全；准确包括样品信息准确、样品存取位置准确和技术支持（人为操作）准确；便捷包括工作流程便捷、系统操作便捷和信息交流便捷。

###### B.1.1 样品库库房结构基本要求

样品库库房一般包括土壤样品处理室、土壤样品陈列室、监控室和配电室等功能区域。其中，样品陈列室需空间开阔，便于管理，应避免阳光直射样品，朝阳面可设走廊。样品库地面（楼板）承重力一般在  $600 \text{ kg/m}^2$  以上。样品处理工作间的面积一般大于  $30 \text{ m}^2$ ，样品存储陈列间一般大于  $50 \text{ m}^2$ 。

###### B.1.2 样品库室内环境基本要求

样品库库房环境要保持干燥、通风、无阳光直射、无污染；具备防潮和防霉等设施。

###### B.1.3 样品库基本设施设备构成

样品库设备通常包括样品架（或等效设施）、冷藏设备、称重天平、影像记录设备、通风设备和温控设备等。

##### B.2 样品库安全管理要求

B.2.1 应建立样品库管理制度，对安全、环境条件、设备运行和样品出入库等实施管理，应在明显位置张贴安全警示标志和必要的管理制度。为保证样品库安全，严格出入库程序。

B.2.2 应满足土壤样品长期保管基本条件，建立安全责任制，指定安全负责人，定期对土壤样品保管状况、设备性能进行检查并做记录，每季度至少进行一次全面检查。

B.2.3 库房相对湿度要小于 70%，温度控制在  $0^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 。应配备温湿度计，工作人员应定期监控温湿度并记录；发现不符合要求时应及时采取措施进行调控。

B.2.4 定期运行库房内电脑和电动样品架等设备，确保其正常运行，发现问题及时处理。

B.2.5 应确保防盗、防晒、防潮和防霉等措施完好。人员长期离开时，应切断电脑和电动样品架等电源。条件允许的情况下，应安装电子监控设备，实施实时监控。

B.2.6 应备有灭火器，库房内不得存放易燃、易爆和易污染环境的化学品，严禁烟火，保持库房清洁卫生。

B.2.7 针对自然灾害和火灾等情况编制应急预案。

##### B.3 样品库使用管理要求

B.3.1 应建立样品信息和出入库管理制度，并记录样品交接和出入库情况。

**B.3.2** 土壤样品出入库时,应由土壤样品管理人员与送取样人员办理土壤样品交接手续,清点样品数量,检查样品重量和样品相关信息。

**B.3.3** 土壤样品信息一般包括土壤样品信息资料(应与现场采样原始资料信息保持一致)和样品存储位置信息等,条件允许的情况下,可以包括监测数据、统计分析结果及图表和技术报告文档等。



## 附录 C

(资料性附录)

## 分析测试精密度和正确度允许范围

分析测试精密度和正确度合格性判定允许范围见表 C.1、表 C.2 和表 C.3。

表 C.1 土壤样品理化特征分析测试精密度和正确度允许范围表

| 项目     | 样品含量范围                                            | 精密度                                                 |      | 正确度  |
|--------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|
|        |                                                   | 绝对偏差                                                | 相对偏差 | 相对误差 |
| pH 值   | 0~14 (无量纲)                                        | ≤0.3 (无量纲)                                          | —    | —    |
| 有机质    | <10 g/kg                                          | ≤0.5 g/kg                                           | —    | —    |
|        | 10 g/kg (含10 g/kg)~40 g/kg                        | ≤1.0 g/kg                                           |      |      |
|        | 40 g/kg (含40 g/kg)~70 g/kg                        | ≤3.0 g/kg                                           |      |      |
|        | >70 g/kg                                          | ≤5.0 g/kg                                           |      |      |
| 阳离子交换量 | >30 cmol <sup>+</sup> /kg                         | >1.5 cmol <sup>+</sup> /kg                          | 3%   | 10%  |
|        | 10 cmol <sup>+</sup> /kg~30 cmol <sup>+</sup> /kg | 0.5 cmol <sup>+</sup> /kg~1.5 cmol <sup>+</sup> /kg | 5%   |      |
|        | <10 cmol <sup>+</sup> /kg                         | ≤0.5 cmol <sup>+</sup> /kg                          | 10%  |      |

表 C.2 土壤样品 8 项重金属分析测试精密度和正确度允许范围表

| 项目<br>(总量) | 样品含量范围<br>(mg/kg) | 精密度          |              | 正确度      |           |
|------------|-------------------|--------------|--------------|----------|-----------|
|            |                   | 实验室内相对偏差 (%) | 实验室间相对偏差 (%) | 相对误差 (%) | 加标回收率 (%) |
| 镉          | <0.1              | 35           | 40           | 40       | 75~110    |
|            | 0.1~0.4           | 30           | 35           | 35       | 85~110    |
|            | >0.4              | 25           | 30           | 30       | 90~105    |
| 汞          | <0.1              | 35           | 40           | 40       | 75~110    |
|            | 0.1~0.4           | 30           | 35           | 35       | 85~110    |
|            | >0.4              | 25           | 30           | 30       | 90~105    |
| 砷          | <10               | 15           | 20           | 30       | 90~105    |
|            | 10~20             | 10           | 15           | 20       | 90~105    |
|            | >20               | 5            | 10           | 15       | 90~105    |
| 铜          | <20               | 20           | 25           | 25       | 90~105    |
|            | 20~30             | 15           | 20           | 20       | 90~105    |
|            | >30               | 10           | 15           | 15       | 90~105    |
| 铅          | <20               | 25           | 30           | 30       | 85~110    |
|            | 20~40             | 20           | 25           | 25       | 85~110    |
|            | >40               | 15           | 20           | 20       | 90~105    |
| 铬          | <50               | 20           | 25           | 25       | 85~110    |
|            | 50~90             | 15           | 20           | 20       | 85~110    |
|            | >90               | 10           | 15           | 15       | 90~105    |
| 锌          | <50               | 20           | 25           | 25       | 85~110    |
|            | 50~90             | 15           | 20           | 20       | 85~110    |
|            | >90               | 10           | 15           | 15       | 90~105    |
| 镍          | <20               | 15           | 20           | 25       | 85~110    |
|            | 20~40             | 10           | 15           | 20       | 85~110    |
|            | >40               | 5            | 10           | 15       | 90~105    |

表 C.3 土壤样品其他项目分析测试精密度和正确度允许范围表

| 项目      | 含量范围     | 精密度      | 正确度       |
|---------|----------|----------|-----------|
|         |          | 相对偏差 (%) | 加标回收率 (%) |
| 无机元素    | ≤10 倍检出限 | 30       | 80~120    |
|         | >10 倍检出限 | 20       | 90~110    |
| 挥发性有机物  | ≤10 倍检出限 | 50       | 70~130    |
|         | >10 倍检出限 | 25       |           |
| 半挥发性有机物 | ≤10 倍检出限 | 50       | 60~140    |
|         | >10 倍检出限 | 30       |           |
| 难挥发性有机物 | ≤10 倍检出限 | 50       | 60~140    |
|         | >10 倍检出限 | 30       |           |